



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-308326

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

G02B 5/30

(21)Application number : 05-119226

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing :

23.04.1993

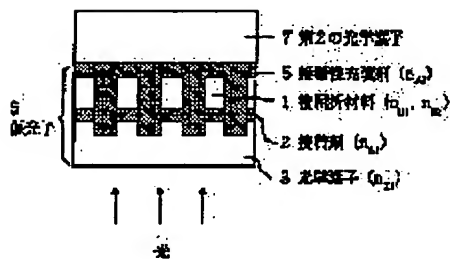
(72)Inventor : IWATSUKA SHINJI

### (54) POLARIZER AND ITS PRODUCTION

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the polarizer having excellent mass productivity and good characteristics and the process for production of this polarizer.

CONSTITUTION: This polarizer 6 consists of an optical element 3, double refractive materials 1 which is joined onto the surface of this element via an adhesive 2 interposed therebetween, has refractive indices  $nB1$ ,  $nB2$  and a thickness  $dB$  and satisfies  $(nB1 \cdot nB2)dB = (M + 1/2)\lambda$  ( $M$  is an arbitrary integer,  $\lambda$  is the wavelength of light), grooves of specified intervals formed on the double refractive materials 1 at the depth arriving at



the optical element and a packing material 5 packed into these grooves. The refractive indices of the optical element 3, the adhesive 2 and one of the double refractive

materials and the refractive index of the packing material are set nearly constant. As a result, the precise polishing of only the thickness of the double refractive materials 1 suffices and the permissible accuracy of the other working is low.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-308326

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 5/30

識別記号

庁内整理番号

9018-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-119226

(22)出願日 平成5年(1993)4月23日

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 岩塚 信治

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

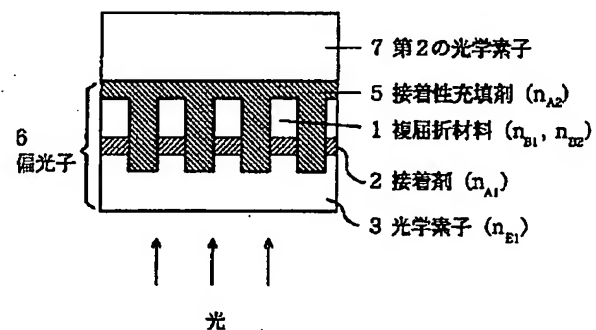
(74)代理人 弁理士 倉内 基弘 (外1名)

(54)【発明の名称】 偏光子及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 従来の偏光子に代わる量産性に優れ、特性の良い偏光子及びその製造方法に関する。

【構成】 光学素子と、その表面に接着剤を介して接合した屈折率 $n_{B1}$ 、 $n_{B2}$ 及び厚さ $d_B$ を有し且つ $(n_{B1} - n_{B2}) d_B = (M + 1/2) \lambda$  (ここに $M$ は任意の整数、 $\lambda$ は光の波長)を満足する複屈折材料と、前記複屈折材料に前記光学素子に達する深さで設けた一定間隔の溝と、前記溝に充填した充填剤とよりなり、さらに前記光学素子と、接着剤と、前記複屈折材料の一方の屈折率と、前記充填剤の屈折率とがほぼ同一に定められている偏光子。これにより、複屈折材料の厚さのみ精密に研磨すれば良く、他の加工の許容精度は低い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学素子と、その表面に接着剤を介在して接合した2つの固有の直線偏光に対する屈折率  $n_1$ 、 $n_2$  及び厚さ  $d_1$  を有し且つ  $(n_1 - n_2) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任意の整数、 $\lambda$ は光の波長) を満足する複屈折材料と、前記複屈折材料に前記光学素子に達する深さで設けた一定間隔の溝と、前記溝に充填した充填剤とよりなり、さらに前記光学素子と、接着剤と、前記複屈折材料の一方の屈折率と、前記充填剤の屈折率とがほぼ同一に定められている偏光子。

【請求項2】 光学素子の表面に、接着剤を介在して2つの固有の直線偏光に対する屈折率  $n_1$ 、 $n_2$  及び厚さ  $d_1$  を有し且つ  $(n_1 - n_2) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任意の整数、 $\lambda$ は光の波長) を満足する複屈折材料を接合し、前記複屈折材料に前記光学素子に達する深さで一定間隔の溝を形成し、前記溝に充填剤を充填することにより、さらに前記光学素子と接着剤と前記充填剤とが、前記複屈折材料の一方の屈折率とほぼ同一の屈折率を有するものである、偏光子の製造方法。

【請求項3】 第1の光学素子と、その表面に接着剤を介在して接合した2つの固有の直線偏光に対する屈折率  $n_1$ 、 $n_2$  及び厚さ  $d_1$  を有し且つ  $(n_1 - n_2) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任意の整数、 $\lambda$ は光の波長) を満足する複屈折材料と、前記複屈折材料に前記第1の光学素子に達する深さで設けた一定間隔の溝と、前記溝に充填された接着性充填剤と、その上に接合された第2の光学素子とよりなり、さらに前記第1の光学素子と接着剤と前記接着性充填剤との屈折率が、前記複屈折材料の一方の屈折率とほぼ同一に定められている偏光子付光学素子を含む光学装置。

【請求項4】 光学装置は光アイソレータであり、第2の光学素子はファラデー回転子である請求項3の光学装置。

【請求項5】 光学装置は偏波依存性のない光アイソレータである請求項3の光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、従来の偏光子に代わる量産性に優れ、特性の良い偏光子及びその製造方法に関する。本発明は、また、本発明の偏光子を付着してなる光アイソレータ等の種々の光学素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術とその問題点】 従来、偏光子としては従来次のような種々のものが知られている。

(1) いわゆるポライロイド板と呼ばれる二色性偏光子：消光比が低く損失が大きいのので光アイソレータのような精密な光部品には使用するのが困難であった。

(2) 複屈折性の偏光子：水晶、方解石、フッ化マグネシウムなどの複屈折性の材料用い、それらを結晶軸に対して所定の角度で切り出してプリズム等に加工しなければ

ならないため、材料コストが高く且つ製造が容易でなかった。またこのような偏光子を用いて光アイソレータ、光サーキュレータ、光変調器、光スイッチを構成する際に、偏光子と他の構成部品、例えば、ファラデー回転子等とを別々に作製しなければならず、そしてそれらを組み合わせて用いるために最終製品の小型化が難しいという問題があった。例えば、従来用いられていた光アイソレータでは、透過軸が互いに  $45^\circ$  傾いた一組の偏光子でファラデー素子を挟むように配置する必要があり、また偏光子として偏光プリズムのような高価な素子を使用していた。

(3) 偏光ガラス：特性が優れておりまた薄型にできるが、製作が難しく高価になる。

(4) 回折格子型偏光子：回折現象を利用した偏光子として  $\text{LiNbO}_3$  にプロトン交換で製作した回折格子型偏光子が知られている(特開昭63-55501)。この偏光子は薄型で且つ量産性をも有している。しかしながら、 $\text{LiNbO}_3$  という高価な単結晶基板を用いる必要があり、従来と同様、他の光学素子と別個に偏光子を作製しなければならず、光学装置全体の小型化を図ることができないという欠点があり、さらに直交する偏光の位相差を高精度に制御する必要があり、再現性良く安定に製造することが困難であった。

(5) 複屈折性回折格子型偏光子(特願平4-148951によるもの)：1以上の層の膜材料を積層してなる第1区画と、1以上の層の膜材料を積層してなる第2の区画とを同一面上に交互に備えた回折格子構造を有し、少なくとも一方の区画の少なくとも1層の膜材料が複屈折性を有し且つ該複屈折性を有する膜が斜め蒸着法により形成されてなる偏光子である。しかし、直交する偏光の位相差を高精度に制御する必要があり、再現性良く安定に製造することが困難であった。

(6) 複屈折結晶板：一方の偏光のビームを位置ずらせることにより1つの偏光を選択する機能を有するが、平行ビーム系で使用するには厚みを厚くする必要がある。

(7) 複屈折性回折格子型偏光子(特開平2-156205号によるもの)：光学異方性を持つ結晶板の主面に設けた周期的な溝の底に誘電体層を設けたものであるが、溝の深さ及び誘電体層の厚さの精密な制御が困難である。本発明はこの型の偏光子の改良に関する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 特開平2-156205号に記載された複屈折性回折格子型偏光子は、結晶板の主面に設けた周期的な溝の底に誘電体層を精密な厚さで充填しなければならないので、精密な制御が難しく、量産性に劣る。本発明はこれらの問題点を解決した優れた複屈折性回折格子型偏光子と、その製造方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、

(1) 光学素子と、その表面に接着剤を介在して接合した2つの固有の直線偏光に対する屈折率 $n_{11}$ 、 $n_{12}$ 及び厚さ $d_1$ を有し且つ $(n_{11} - n_{12}) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任意の整数、 $\lambda$ は光の波長)を満足する複屈折材料と、前記複屈折材料に前記光学素子板に達する深さに設けた一定間隔の溝と、前記溝に充填した充填剤とよりなり、さらに前記光学素子と、接着剤と、前記複屈折材料の一方の屈折率と、前記充填剤の屈折率とがほぼ同一に定められている偏光子を提供する。

【0005】このように構成すると、一方の固有の直線偏光はすべての領域で同一の屈折率 $n$ を有するから、回折しないで損失なく直進し、他方の固有の直線偏光は複屈折材料と充填材を通過する際に半波長位相がずれるのですべて回折して直進しない。

【0006】(2)このような偏光子は、光学素子の表面に、接着剤を介在して2つの固有の直線偏光に対する屈折率 $n_{11}$ 、 $n_{12}$ 及び厚さ $d_1$ を有し且つ $(n_{11} - n_{12}) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任意の整数、 $\lambda$ は光の波長)を満足する複屈折材料を接合し、前記複屈折材料に前記光学素子板に達する深さで一定間隔の溝を形成し、前記溝に充填剤を充填することによりなり、さらに前記光学素子と接着剤と前記充填剤とが、前記複屈折材料の一方の屈折率とほぼ同一の屈折率を有するものである、製造方法により製造される。複屈折材料の厚さ $d_1$ は複屈折材料をあらかじめ研磨して $1/2$ 波長板として上の式の関係を満足するものを準備しておくか、あるいは光学素子に接着した後に研磨して同様な関係を満足させるかのいずれかにより調整することができる。

【0007】(3)本発明の偏光子は、各種の光学装置の構成素子として使用できるもので、例えば光アイソレータにおいてファラデー回転子等の他の光学素子と組み合わせて使用できる。その他、特願平3-358107号に記載されているような偏波依存性のない光アイソレータにおいて偏光子として使用する等の各種の利用が可能である。この場合に、溝の充填剤を接着剤で構成し、更にこの接着剤を偏光子の表面全体にまで施してその上に他の光学素子を接合すると、装置がコンパクトになる。

【0008】

【作用】上に述べた特開平2-156205号の方法では、複屈折性の結晶板に周期的な複数の溝を形成し、溝底に誘電体層を設けたものであるが、溝の深さ及び誘電体層の厚さの精密な制御が困難である。本発明では複屈折材料の全厚だけを精密良く製作すれば良く、複屈折材料の溝加工は貫通溝が形成できれば良いので上記公報のように溝の深さを精密に制御する必要がない。さらに屈折率を一方の固有の直線偏光に対して同一に定めているので溝加工に際して表面の荒れがあっても直進光は散乱

することがない。

【0009】

【実施例の説明】次に、本発明の偏光子の構造の例とその製造方法の例を図面を参照して詳しく説明する。

工程1

先ず、図1のように2つの固有の直線偏光に対する屈折率 $n_{11}$ 、 $n_{12}$ を有する複屈折材料1を用意する。次に、この複屈折材料を研磨して、 $(n_{11} - n_{12}) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任意の整数、 $\lambda$ は光の波長)を満足する一定厚さ $d_1$ まで研磨する。別法として、この研磨工程は次の工程2で行っても良い。

【0010】工程2

次に、図2のように、屈折率 $n_{11}$ の光学素子3の表面に、屈折率 $n_{11}$ の接着剤2により複屈折材料1を接合する。先に述べたように、複屈折材料1の所定の厚さへの研磨は工程1で行っても良いし、接合後に行っても良い。

【0011】工程3

次いで、図3のように、切削工具により複屈折材料1に一定溝間幅 $w_1$ で一定幅 $w_2$ の多数の溝4を形成する。好ましくは $w_1 = w_2$ である。溝4の深さを複屈折材料1を貫通して光学素子3に達するように定めると、複屈折材料1から除去される材料の厚さは常に一定となる。一方光学素子3の部分の溝の深さは、後で説明するように任意で良いから、溝の深さの加工精度は低くて良い。

【0012】工程4

最後に図4に示すように、溝4に屈折率 $n_{12}$ の充填剤5を充填して偏光子6を完成する。充填は溝4だけに行っても良いし図のように複屈折材料1の全面を覆うようにしても良い。第2の光学素子7をさらに接合して一体化した光学装置を構成する場合には、充填剤5として例えば接着剤2と同一の接着剤を使用することができる。また、ここに第2の光学素子7は光学装置の種類に依存するものであり、例えば光アイソレータの場合にはファラデー回転子である。また、特願平3-358107に記載された偏波依存性のない光アイソレータの場合には、第2の光学素子はファラデー回転子であり、かつこの両面に本発明の偏光子を付着したものである。この場合、両側の偏光子の溝の方向を互いに平行としかつ偏波依存性をなくするため位置を調整する必要がある。

【0013】図4の偏光子が、所定の偏光作用を行うようにするには、屈折率の間に $n_{11} = n_{12} = n_{13} = n_{14} \neq n_{15}$ の関係が成立するように各部分の材料を選択する。このようにすると次の関係が成り立つことが明らかである。

(1)  $n_{11}$ に対する直線偏光

複屈折材料1と接着剤1、5と光学素子3はすべて同じ屈折率であり、光は回折せず損失なく直進する。

(2)  $n_{12}$ に対する直線偏光

$(n_{12} - n_{11}) d_1 = (M + 1/2) \lambda$  (ここにMは任

意の整数、 $\lambda$ は光の波長)であるので、光はすべて回折する。

【0014】ここで、複屈折材料としては透明な複屈折材料であればあらゆるものを使用し得る。代表的な材料として水晶、方解石、サファイア、ADP、KDP、ルチルなどがある。例えばxカット水晶板を用いると厚さ $76\mu\text{m}$ で波長 $1.31\mu\text{m}$ 用の $1/2$ 派長板となる。また光学素子としては透明な等方性材料であればあらゆるものを使用できるが、屈折率を高精度に制御できるガラスが特に適している。

【0015】

【発明の効果】本発明によると、複屈折材料の全厚だけを精度良く製作すれば良く、複屈折材料の溝加工は貫通溝が形成できれば良いので溝の深さを精密に制御する必要がない。さらに屈折率を直進光に対して同一に定めれば良いので溝加工に際して表面の荒れがあっても直進光は散乱することがない。

\* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の偏光子の製造例の工程1を示す正面図である。

【図2】本発明の偏光子の製造例の工程2を示す正面図である。

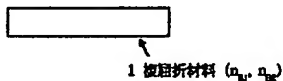
【図3】本発明の偏光子の製造例の工程3を示す正面図である。

【図4】本発明の偏光子の製造例の工程4を示す正面図である。

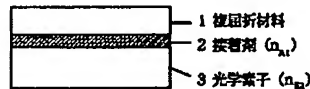
10 【符号の説明】

- 1 複屈折材料
- 2 接着剤
- 3 光学素子
- 4 溝
- 5 充填剤
- 6 偏光子
- \* 7 第2の光学素子

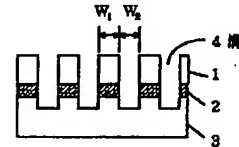
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

